

LA GEOLOGIA NEL MONDO DEL LAVORO
SEMINARI DI ORIENTAMENTO PER GLI STUDENTI DEL 3° ANNO
DELLA LAUREA TRIENNALE IN SCIENZE GEOLOGICHE

A PIERLUIGI FRIELLO: UN GEOLOGO PROFESSIONISTA, UN AMICO

*Caratterizzazione degli ammassi rocciosi
in parete con tecniche alpinistiche:
aspetti teorici e pratici*

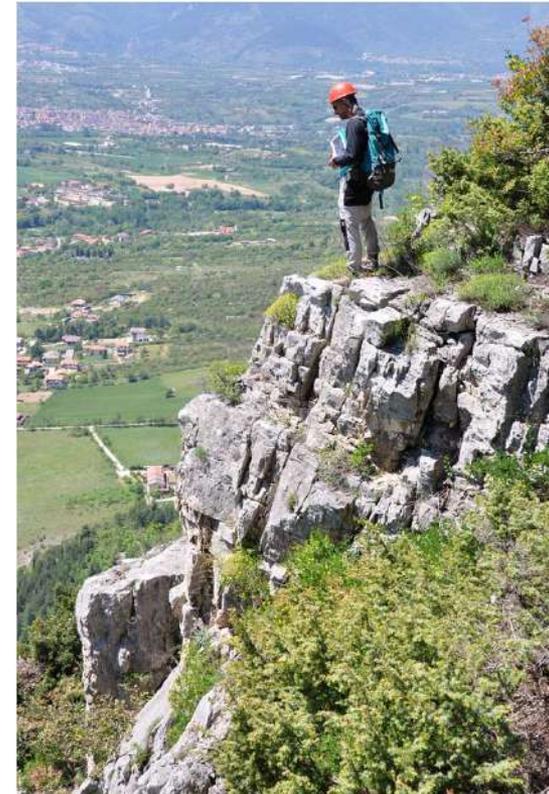
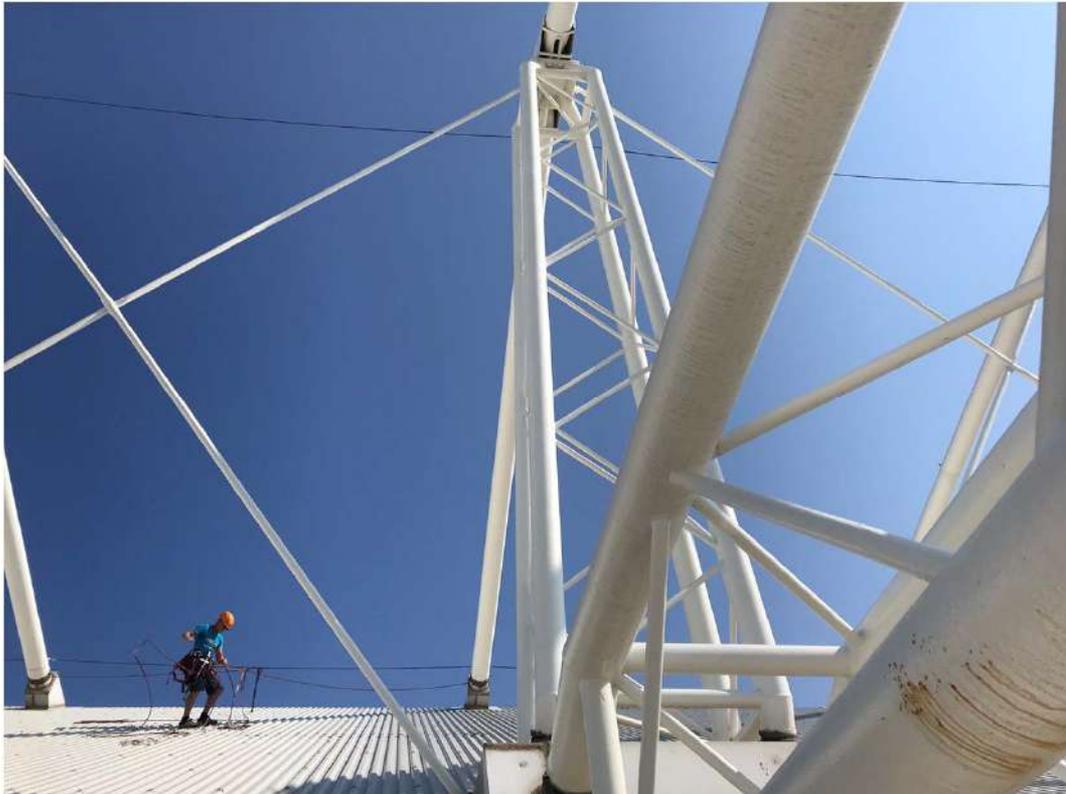
Paolo Zaffiro



LAVORI IN PARETE O IN QUOTA

Cosa si intende?

La normativa definisce *lavoro in quota* **l'attività lavorativa che espone il lavoratore al rischio di caduta da una quota posta ad altezza superiore a 2 m rispetto ad un piano stabile.**



NORMATIVA DI RIFERIMENTO

DLGS 81/08 TESTO UNICO SICUREZZA SUL LAVORO



Il 19 luglio 2005 è entrato in vigore il **DLgs 8 luglio 2003 n°235**, testo che ha introdotto nel **DLgs 626/94** i nuovi articoli **36 bis, 36 ter, 36 quater, 36 quinquies**, (recepimento della direttiva europea **2001/45/CE del 27 giugno 2001** relativa ai requisiti minimi di sicurezza e di salute per l'uso di attrezzature per lavori in quota da parte dei lavoratori). Tale impianto normativo è mantenuto integralmente nel **DLgs 81/08, TESTO UNICO SICUREZZA SUL LAVORO** in vigore, che sostituisce tutta la precedente normativa in materia.

REQUISITI PER I LAVORI IN QUOTA

Frequentare un **corso teorico-pratico di formazione** organizzato da **guide alpine**, **uniche figure giuridicamente riconosciute** nella gestione di appositi corsi per i lavoratori esposti al pericolo di caduta dall'alto e che impiegano **dispositivi di protezione individuali (DPI)**.



REQUISITI PER I LAVORI IN QUOTA

ABILITAZIONE PROFESSIONALE valida per 5 anni da rinnovare alla scadenza con ulteriori corsi di aggiornamento.

Corso di abilitazione per lavori con accesso e posizionamento mediante funi su **siti naturali** e **artificiali**

Corso per abilitazione **preposto alla sicurezza** con funzione di sorveglianza

Parte teorica:

- Analisi e valutazione dei rischi più ricorrenti nei lavori in quota
- Cenni legislativi in materia di adozione dei DPI
- DPI e loro utilizzo
- Nozioni di pronto soccorso e sintomatologie ricorrenti nell'ambito dei lavori su fune

Parte pratica:

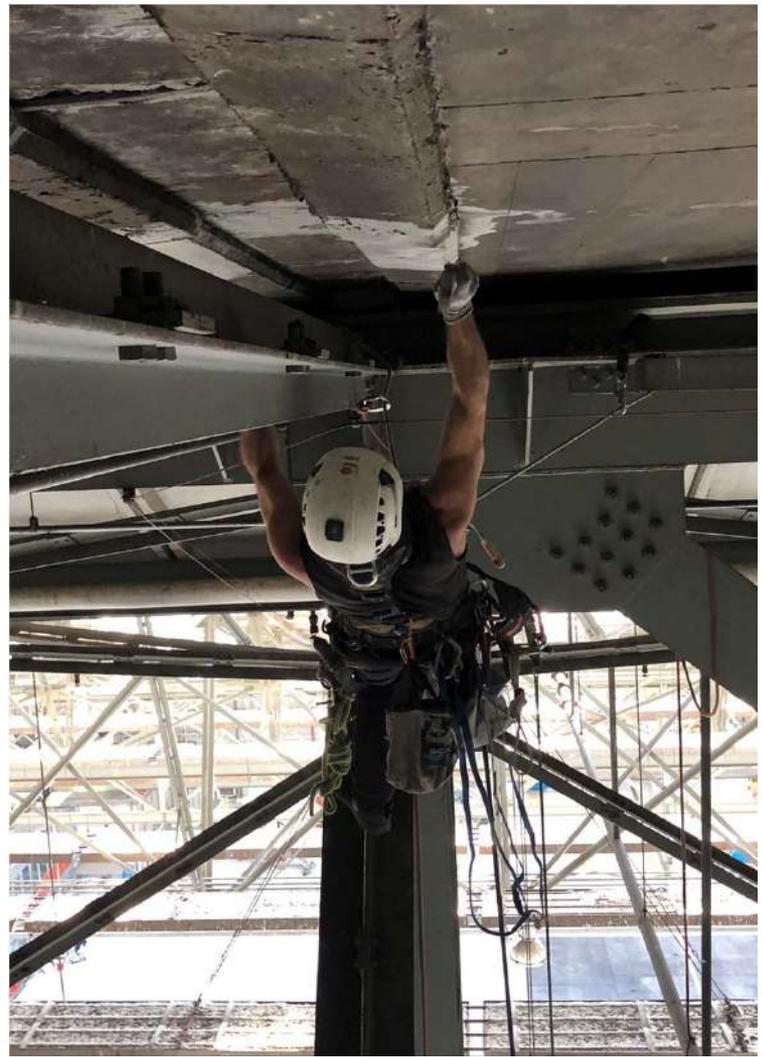
- Corretta vestizione ed utilizzo dell'imbragatura
- Utilizzo dei DPI
- Movimento su linee di accesso fisse
- Applicazione delle varie tecniche di posizionamento in sicurezza dell'operatore
- Manovre di emergenza e soccorso

AMBIENTI DOVE SI LAVORA IN QUOTA

AMBIENTI NATURALI



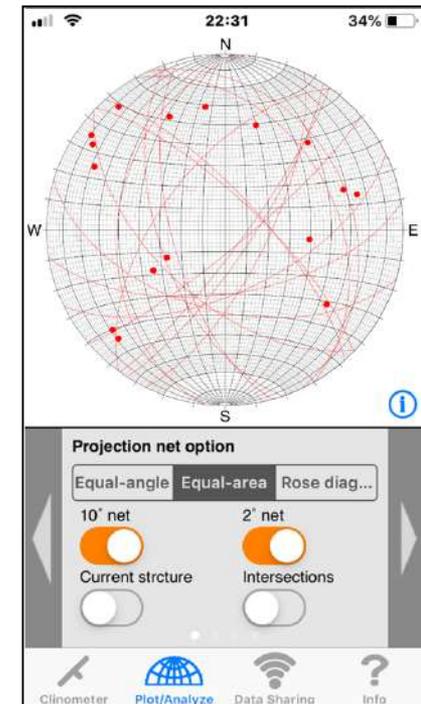
AMBIENTI ANTROPICI



IL RUOLO DEL GEOLOGO IN AMBITO VERTICALE

Rilievi **geostrutturali** e **geomeccanici** degli ammassi rocciosi finalizzati:

- all'individuazione delle **discontinuità critiche** e delle zone «sorgente» dei blocchi rocciosi instabili;
- alla determinazione della forma e del peso del **masso critico** e alla configurazione geometrica del problema;
- alla definizione della **cinematica dei blocchi instabili** (**scivolamento**, **ribaltamento** e **rotolamento**);
- all'**analisi di stabilità** del fronte roccioso;
- alla progettazione degli interventi di mitigazione;
- alla messa in sicurezza mediante disaggi, ancoraggi, reti e barriere paramassi.



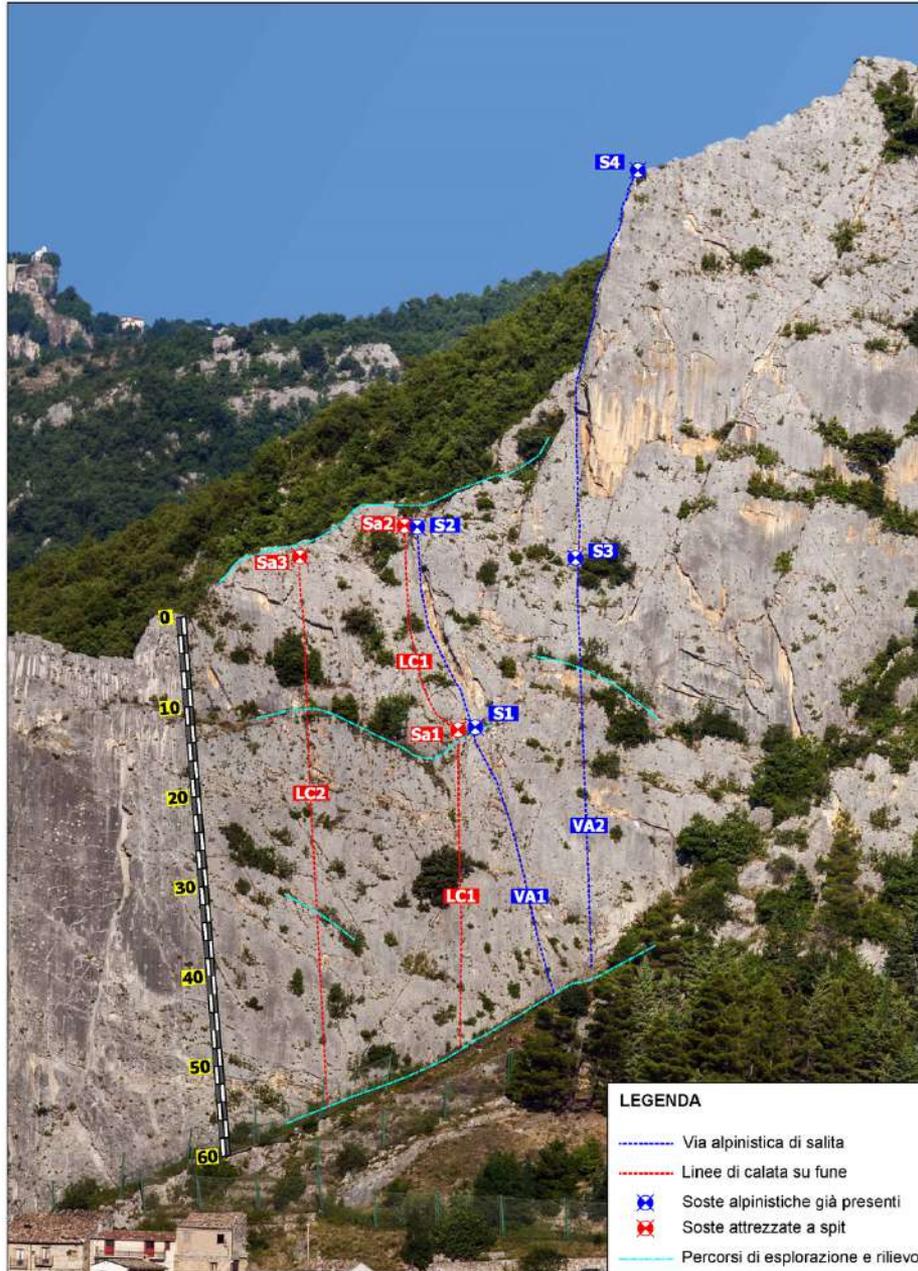
***Intervento di completamento del consolidamento
della parete rocciosa del Comune di Villa S. Maria
(Chieti), loc. Via Torretta 1° stralcio***

*(Fondo per la Progettazione degli interventi contro il dissesto
idrogeologico articolo 55, legge n. 221 del 28/12/2015)*



È stata eseguita una **caratterizzazione geostrutturale e geomeccanica dell'ammasso roccioso** (secondo le indicazioni **I.S.R.M. 1993**) per identificare le diverse tipologie di intervento da realizzare in parete. La natura del terreno, il contesto ambientale ed il tipo di intervento hanno imposto una **squadra di rocciatori qualificata**. L'accesso al sito è stato pertanto effettuato mediante apposito **posizionamento su fune con operatori specializzati e abilitati a lavori temporanei in quota con impiego di sistemi di accesso e posizionamento mediante funi (D.lgs 81/08)** nonché esperti di tecniche alpinistiche.





FASE 1

Ricognizione dal basso della parete e studio degli itinerari alpinistici e sportivi. Preparazione del materiale alpinistico necessario.

FASE 2

Salita lungo la via alpinistica **VA1** con sosta attrezzata a spit (**S1**). Poco più a sinistra, sfruttando la cengia, è stata attrezzata una nuova sosta (**Sa1**). Proseguimento della salita lungo la via alpinistica VA1 fino alla sosta **S2**.

FASE 3

Installazione di due nuove soste a spit (**Sa2** e **Sa3**).

FASE 4

Dalla sosta Sa2 preparazione e discesa su fune lungo la linea di calata (**LC1**).

FASE 5

Risalita su fune lungo la linea **LC1** e attrezzatura della linea di calata **LC2**.

OPERAZIONI PRELIMINARI ED ESECUTIVE PER L'ACCESSO IN PARETE



FASE 6

Discesa lungo la linea di calata LC2.

FASE 7

Salita alpinistica lungo la via **VA2** sfruttando le soste già presenti **S3** e **S4**.

FASE 8

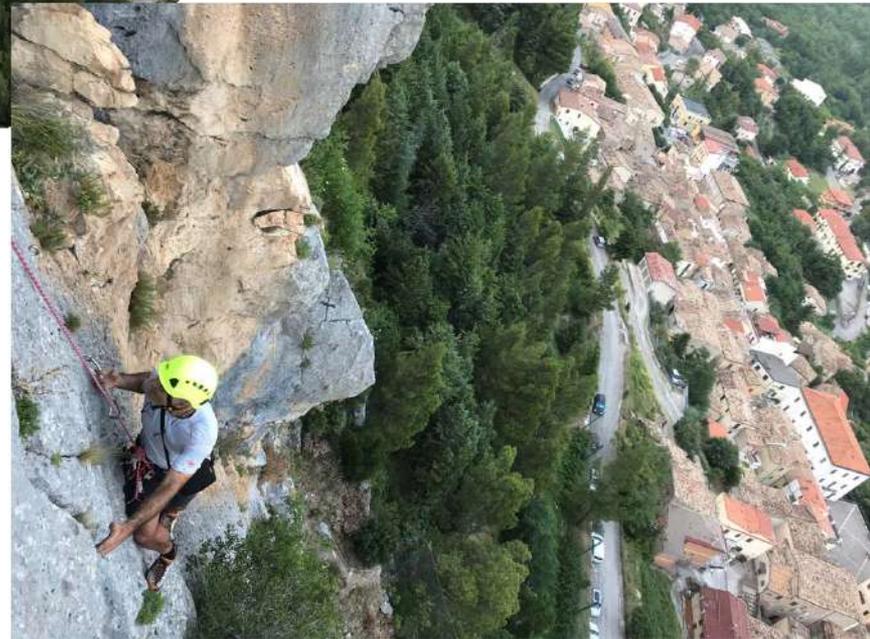
Discesa in doppia in stile alpino lungo lo stesso itinerario di salita (VA2).

FASE 9

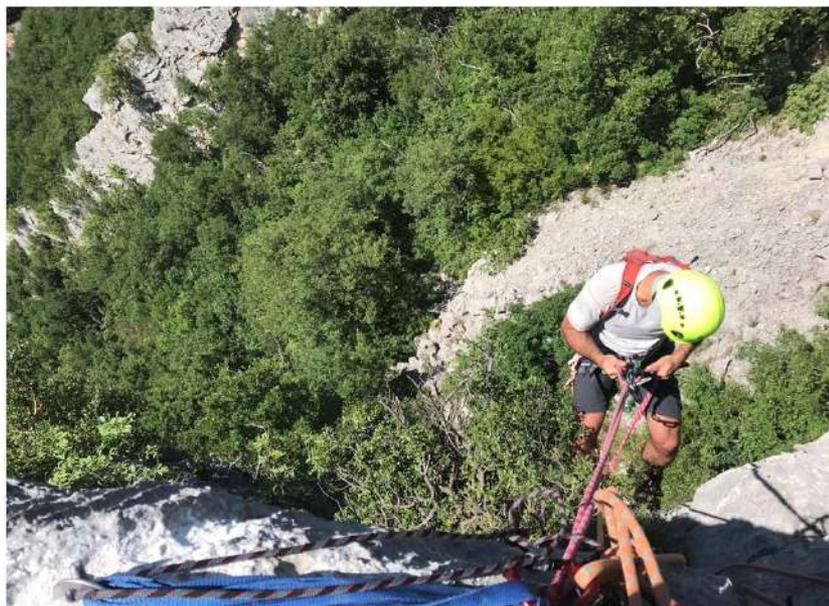
Salita in stile alpino lungo una cengia sul versante opposto della rupe di Villa S. Maria. Raccolta di tutto il materiale presente in cresta e lasciato per le fasi precedenti.

FASE 10

Chiusura del cantiere e discesa in doppia dal versante opposto con tutto il materiale.



OPERAZIONI PRELIMINARI ED ESECUTIVE PER L'ACCESSO IN PARETE



CARATTERISTICHE GEOMORFOLOGICHE E MODELLO GEOLOGICO-STRUTTURALE DI RIFERIMENTO

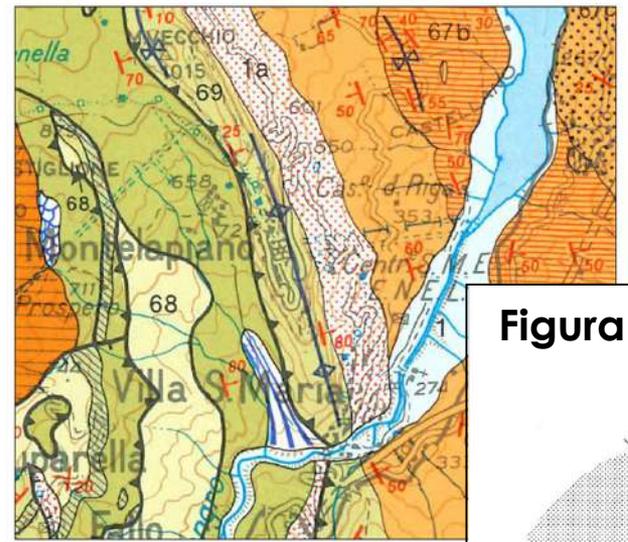
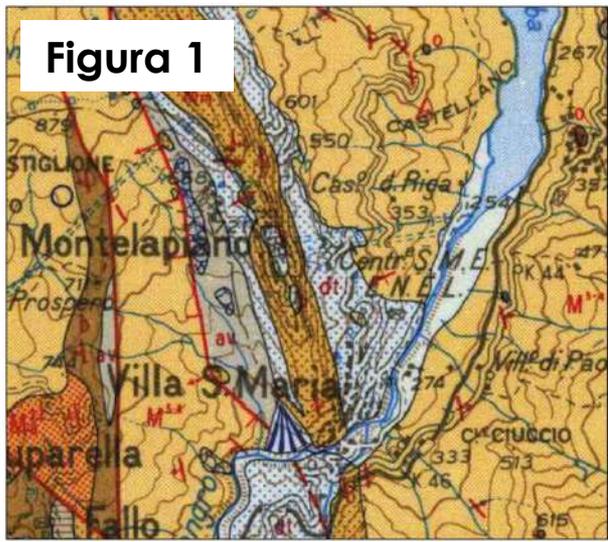


Figura 1

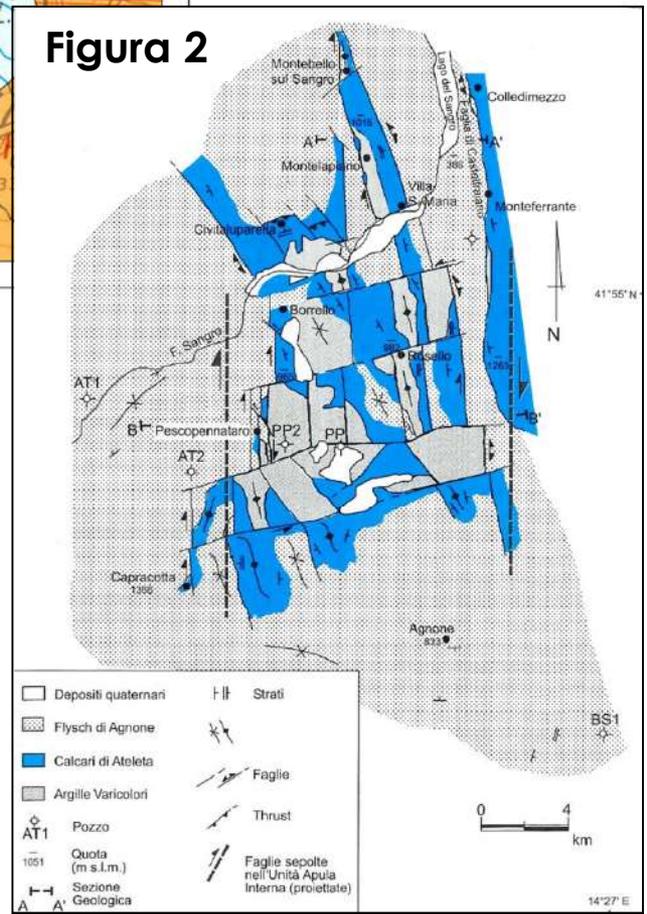
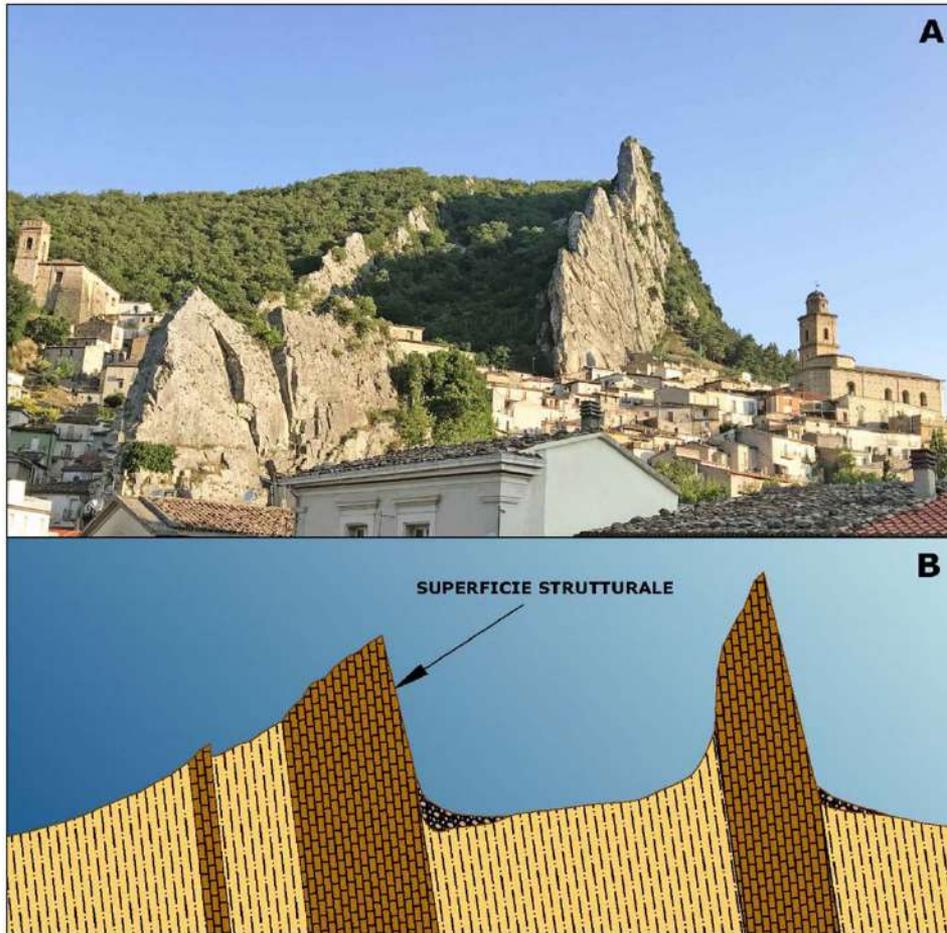


Figura 2

Figura 1 Confronto tra l'interpretazione geologica proposta dal Foglio 153 Agnone (Servizio Geologico d'Italia, 1971) a sinistra e quella di Vezzani & Ghisetti (1998) a destra. Sull'assetto tettonico si noti anche la differenza con lo schema di **Figura 2**.

CARATTERISTICHE GEOMORFOLOGICHE E MODELLO GEOLOGICO-STRUTTURALE DI RIFERIMENTO



A

B

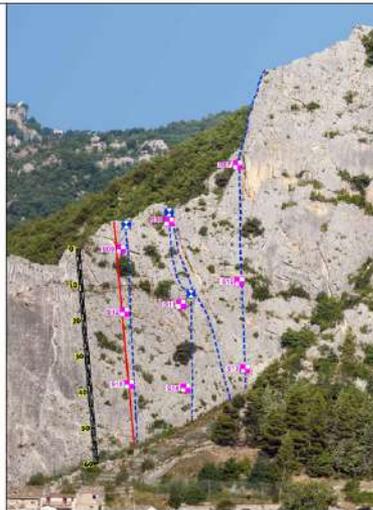
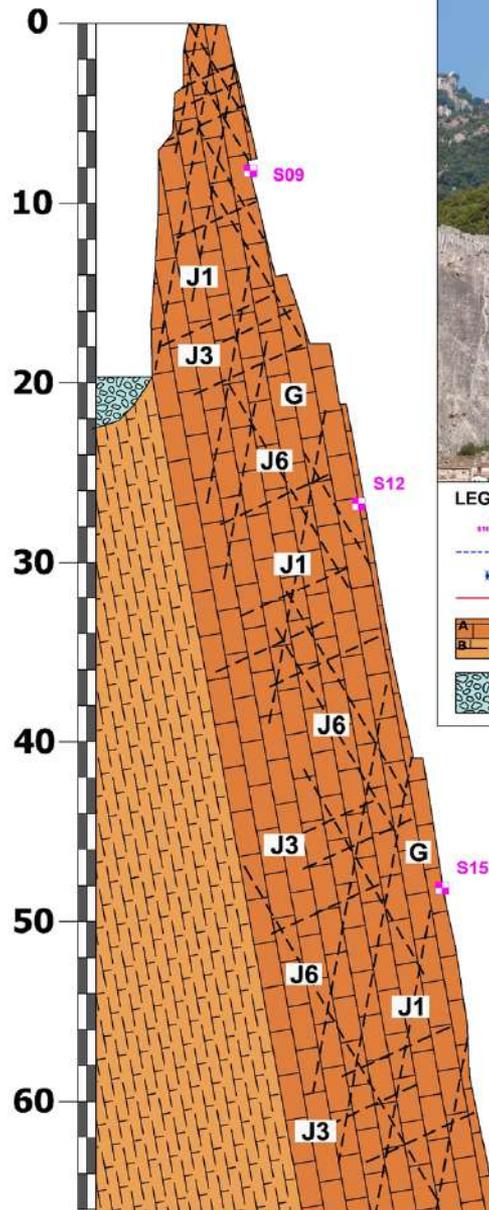
Figura 3 (A) Panoramica della rupe di Villa S. Maria vista da SSE verso NNW. Le lame sporgenti sono costituite da bancate calcaree mentre le porzioni morfologicamente meno acclivi da litotipi marnoso-argillosi. La differenza litologica è alla base dei processi d'erosione selettiva.

(B) La struttura di Villa S. Maria può essere considerata come un **rilievo monoclinale di tipo hogback** che consiste in una "**superficie strutturale**" costituita da un piano stratigrafico messo a nudo dai processi d'erosione selettiva (da Castiglioni, 1995 ridisegnato e modificato).

Figura 3

CARATTERISTICHE GEOMORFOLOGICHE E MODELLO GEOLOGICO-STRUTTURALE DI RIFERIMENTO

SEZIONE 3
PROGRESSIVA 10,00



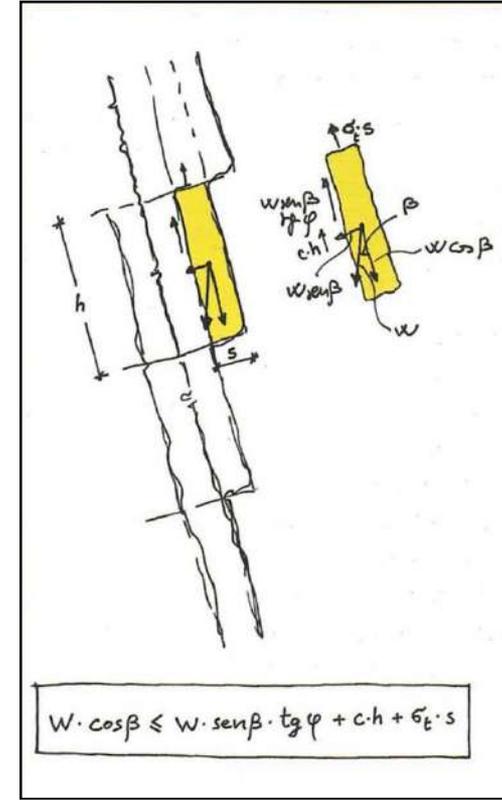
LEGENDA

- Stazioni strutturali (2019)
- Linee di salita e calata su fune
- Soste attrezzate a spit
- Sezione geologica
- Formazione di Gamberale-Pizzoferrato**
 - A. Calcari, Calcarenti
 - B. Marne e argille
- Detrito di falda
Brecce di versante



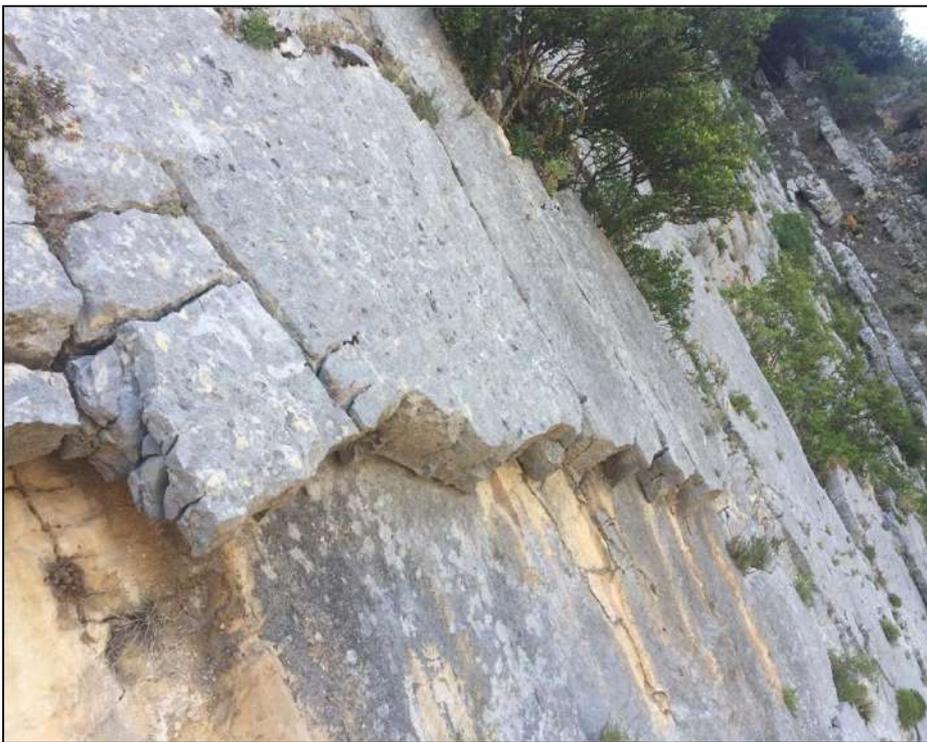
TIPOLOGIE DEI DISSESTI CHE INTERESSANO LA PARETE

La parete è interessata da **tre tipologie geometriche di scoscendimento** che, dati i dislivelli e la verticalità della parete, sono in grado di generare **fenomeni ad altissima energia**.



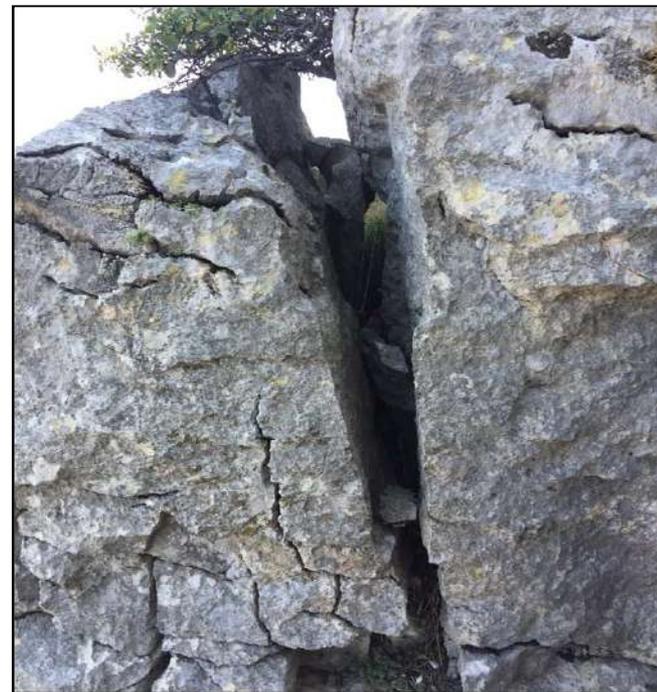
Blocchi parzialmente o totalmente disgiunti di dimensione da decimetrica fino a circa 1 mc. Si incontrano in corrispondenza delle cenge, dei camini e dei diedri prodotti dall'intersezione dei giunti di stratificazione e da quelli ad esse trasversali. La principale causa predisponente è, oltre alla **morfologia del versante**, **l'assetto strutturale dell'ammasso roccioso**, in cui l'intersezione reciproca delle diverse famiglie di discontinuità può comportare l'isolamento di blocchi di roccia. L'instabilità si genera quando la resistenza sulle superfici di discontinuità non è più in grado di contrastare lo sforzo di taglio mobilitato lungo le superfici stesse.

2. SCIVOLAMENTI



Elementi di roccia sottesi tra due o più giunti di stratificazione intersecati da famiglie trasversali che interrompono la continuità verso il basso e inficiano l'effetto di auto-sostentamento degli strati. **Il fenomeno riguarda conci di superficie compresa tra 1 mq a circa 15 mq e spessore variabile tra 0,5 e 1,5 m.** Meccanismo di rottura per scivolamento piano e/o per cuneo. La coesione tra i giunti è condizionata dalla dissoluzione dei calcari che può completamente isolare le placche. Tale tipologia di dissesto, definibile per "esfoliazione" interessa l'intera parete e **costituisce il principale fenomeno di erosione della rupe rocciosa** di Villa S. Maria. Se il meccanismo di innesco del fenomeno è riconducibile allo

3. RIBALTAMENTI



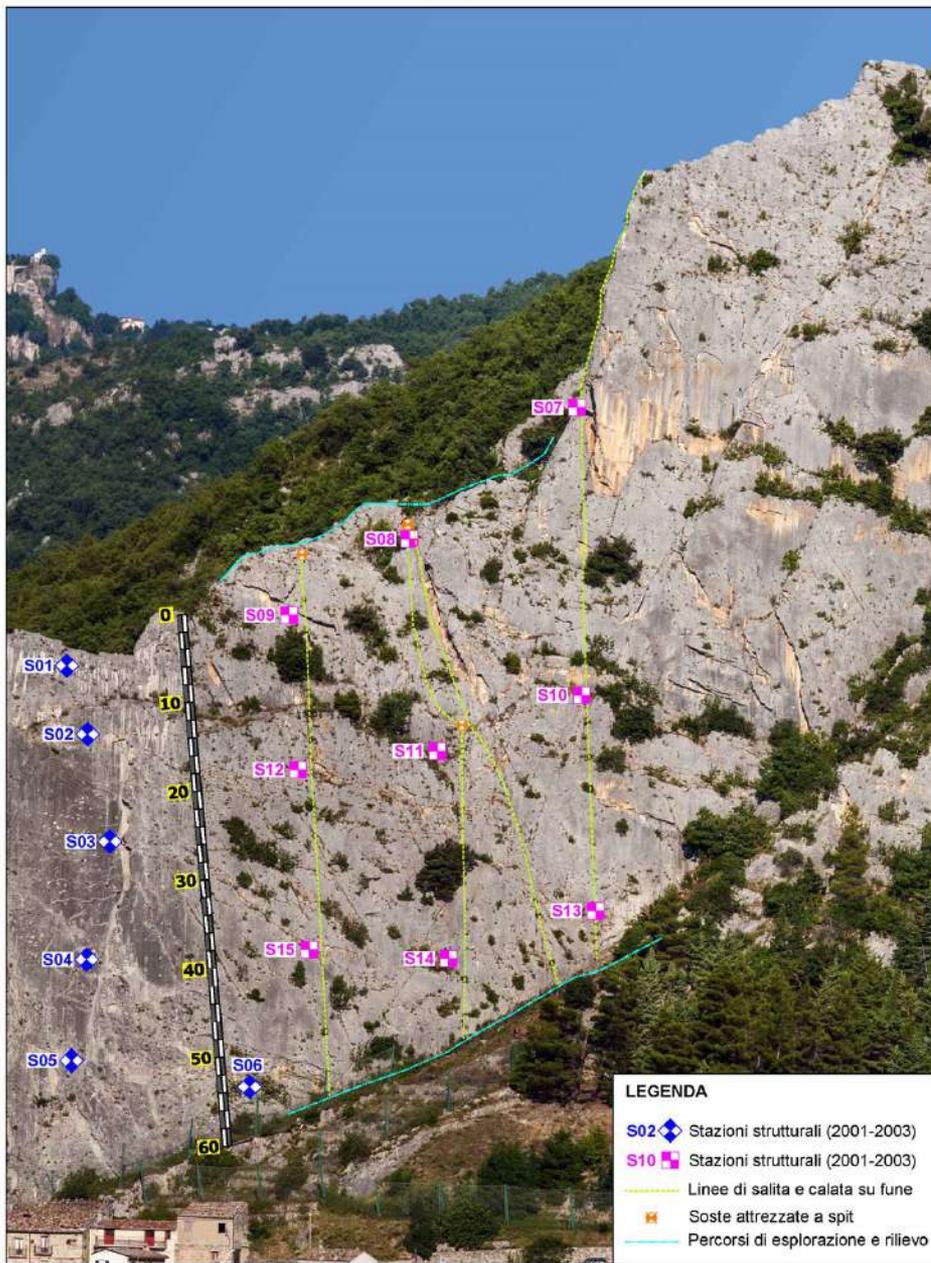
Particolare di un blocco isolato dalla discontinuità giacitura (**G**) che per azione meccanica delle radici, dell'acqua e di altri blocchi che vi finiscono al suo interno, provocano una rotazione predisponendo il blocco al **toppling** non per geometria delle discontinuità ma per azione erosiva.

Particolare di un blocco individuato dalle discontinuità **J1** e **J3** soggetto al ribaltamento

Le testate degli strati sulla linea di cresta o sulle cenge intermedie qualora siano totalmente staccate, possono produrre il **toppling** di blocchi da decimetrici a metrici di spessore proporzionale allo strato (0,3 - 1,0 m). La potenzialità del fenomeno aumenta proporzionalmente con la verticalità del fronte. Anche in questi casi il fenomeno evolve in crollo a causa del dislivello e dell'acclività pressoché verticale.

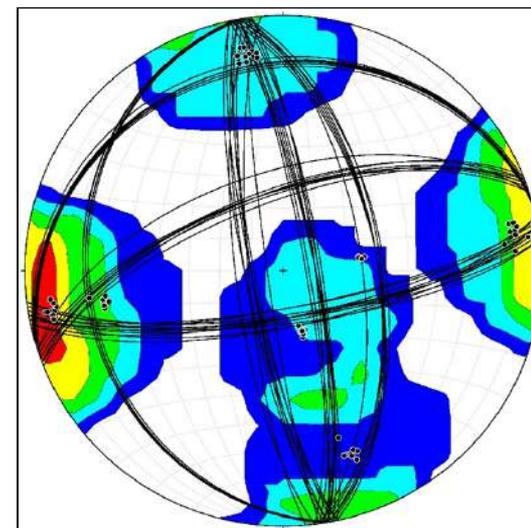
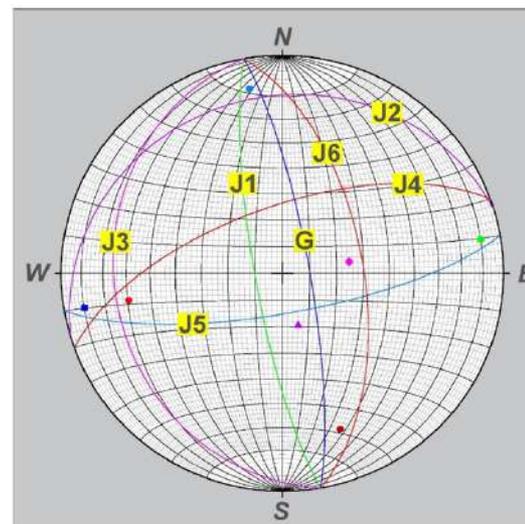
9 Stazioni Strutturali

La caratterizzazione dell'ammasso roccioso è stata eseguita realizzando **9 stazioni strutturali** numerate a partire dal n. 7 (**S07-S15**) poiché integrate a quelle già realizzate dagli scriventi tra il 2001 e il 2003 (stazioni **S01-S06**) nel lotto adiacente a quello in esame.



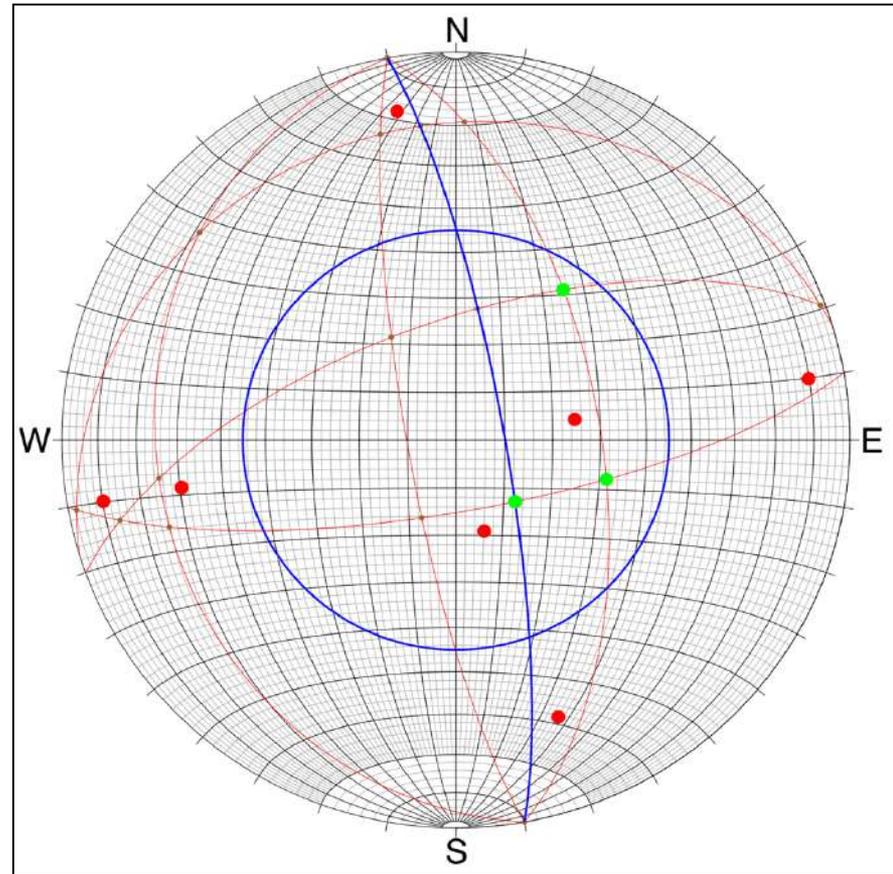
PRINCIPALI FAMIGLIE DI DISCONTINUITÀ DELL'AMMASSO ROCCIOSO

FAMIGLIA	DIREZIONE IMMERSIONE	INCLINAZIONE
G	80	80
J1	260	80
J2	343	20
J3	260	25
J4	340	65
J5	170	75
J6	80	60



ANALISI CINEMATICA MEDIANTE IL TEST DI MARKLAND

Project	VSM_2019_TOTALE
Total data	7
Plane	7 (100%)
Lineation	0 (0%)
Intersection	21
Analysis type	Wedge failure analysis
Dip of slope	80
Dip direction of slope	80
Friction angle	45
Data in envelope	3 (14.3% of total intersections)
List of the data	
Dip direction/Dip of intersect	Families of joints
104.896, 57.5233	J6/J5
35.1017, 50.8182	J6/J4
136.653, 72.2158	G/J5
List of the intersections	
1	104.896, 57.5233
2	35.1017, 50.8182
3	350, 1.67617
4	1.49514, 19.0432
5	350, 5.93768
6	350, 0
7	256.354, 13.3511
8	252.878, 24.8304
9	259.379, 2.31576
10	203.347, 72.2158
11	136.653, 72.2158
12	262.546, 24.9783
13	69.3872, 1.31384
14	328.27, 64.5337
15	9.26168, 61.8749
16	309.431, 16.8709
17	170, 0
18	350, 1.89333
19	346.327, 19.969
20	353.617, 19.6842
21	350, 1.20891



Rappresentazione stereografica dei risultati del test di Markland: scivolamento di cunei.

PARAMETRI DELLE DISCONTINUITÀ RICAVATI DAL RILIEVO GEOMECCANICO NELLE STAZIONI STRUTTURALI

PARAMETRI PER LA DESCRIZIONE QUANTITATIVA DELLE DISCONTINUITÀ (I.S.M.R., 1993)

- A1 Resistenza a compressione uniassiale (JCS);
- A2 Spaziatura;
- A3 Lunghezza o Persistenza;
- A4 Apertura;
- A5 Rugosità JCR;
- A6 Alterazione;
- A7 Riempimento;
- A8 Condizioni idrauliche
- A9 Numero Famiglie delle discontinuità
- A10 Jv e Dimensione dei blocchi



STAZIONE S11										
FAMIGLIE GIUNTI	A1 (Mpa)	A2 (m)	A3 (m)	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10
G	90	0,3 - 1	> 20	Da Chiusa (stretta) a Semi-aperta (aperta)	JRC = 8 - 10	3	Da Assente a Compatt o > 5 mm	Asciutte	7 - 10	Jv = 1,6
J1	98	0,5 - 1	3 - 10		JRC = 12 - 14	5				Blocchi mediamente grandi;
J2	110	4 - 10	> 20		JRC = 10 - 12	5				localmente (cresta e cenge)
J3	112	0,5 - 1	2 - 10		JRC = 10 - 12	5				medi e piccoli
J4	100	2 - 8	5 - 15		JRC = 10 - 12	5				
J5	98	10 - 15	10 - 15		JRC = 12 - 14	5				
J6	100	0,5 - 1	1 - 2		JRC = 10 - 12	5				

Per la determinazione della coesione e dell'angolo di attrito delle discontinuità si è applicato il **criterio di Barton – Choubey** che ha fornito i seguenti valori:

$$c' = 10 \text{ kPa} \quad e \quad \varphi' = 45^\circ$$

PERICOLOSITÀ GEOLOGICA

Suddivisione della parete rocciosa in “Aree di omogeneità”.

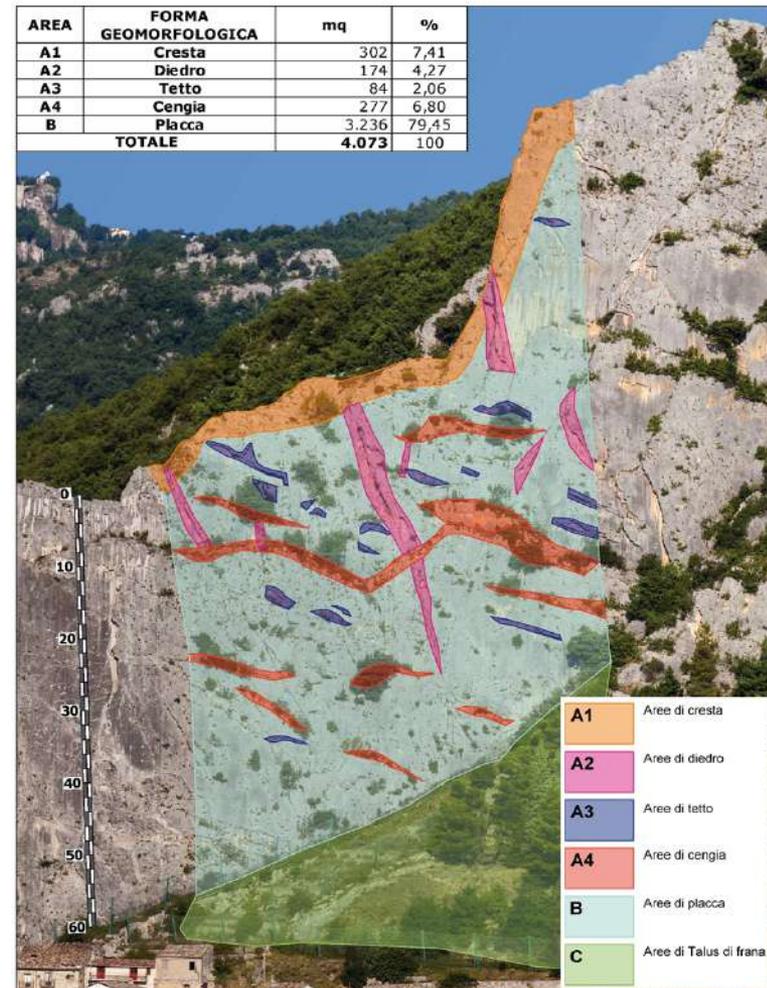
Sulla base del **modello geologico-geomeccanico di riferimento** e sulle considerazioni dell'assetto geomorfologico, la parete rocciosa analizzata è stata suddivisa in determinate “**Aree di omogeneità**”.

Tale omogenizzazione consente al progettista degli **interventi ingegneristici** di avere un indirizzo progettuale di massima sulle **soluzioni da adottare** relativamente agli interventi di **mitigazione della pericolosità geologica**.

Le **aree di omogeneità** sono state suddivise sulla base delle seguenti caratteristiche:

- **Forma geomorfologica**
- **Fenomeno geomorfologico potenziale;**
- **Pericolosità;**
- **Magnitudo;**
- **Tipologia intervento**

1. **AREE DI CRESTA**
2. **AREE DI DIEDRO**
3. **AREE DI TETTO**
4. **AREE DI CENGIA**
5. **AREE DI PLACCA**
6. **AREE DI TALUS DI FRANA**



TIPOLOGIE DI INTERVENTO PER LA MESSA IN SICUREZZA

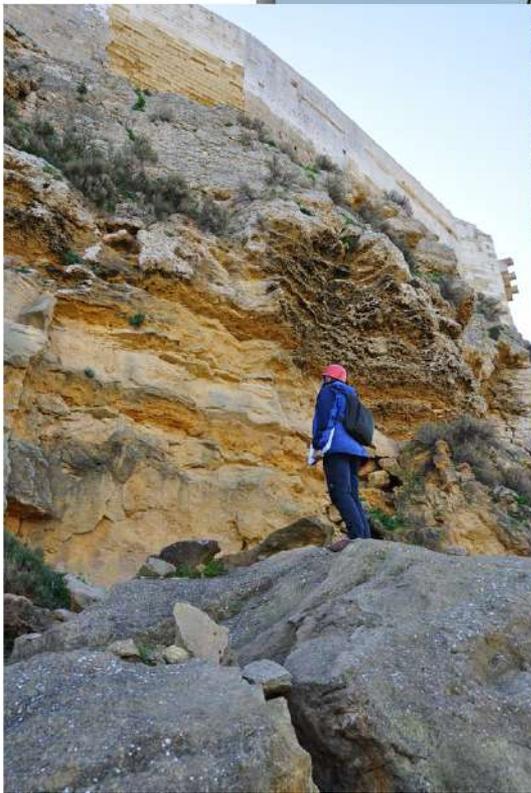
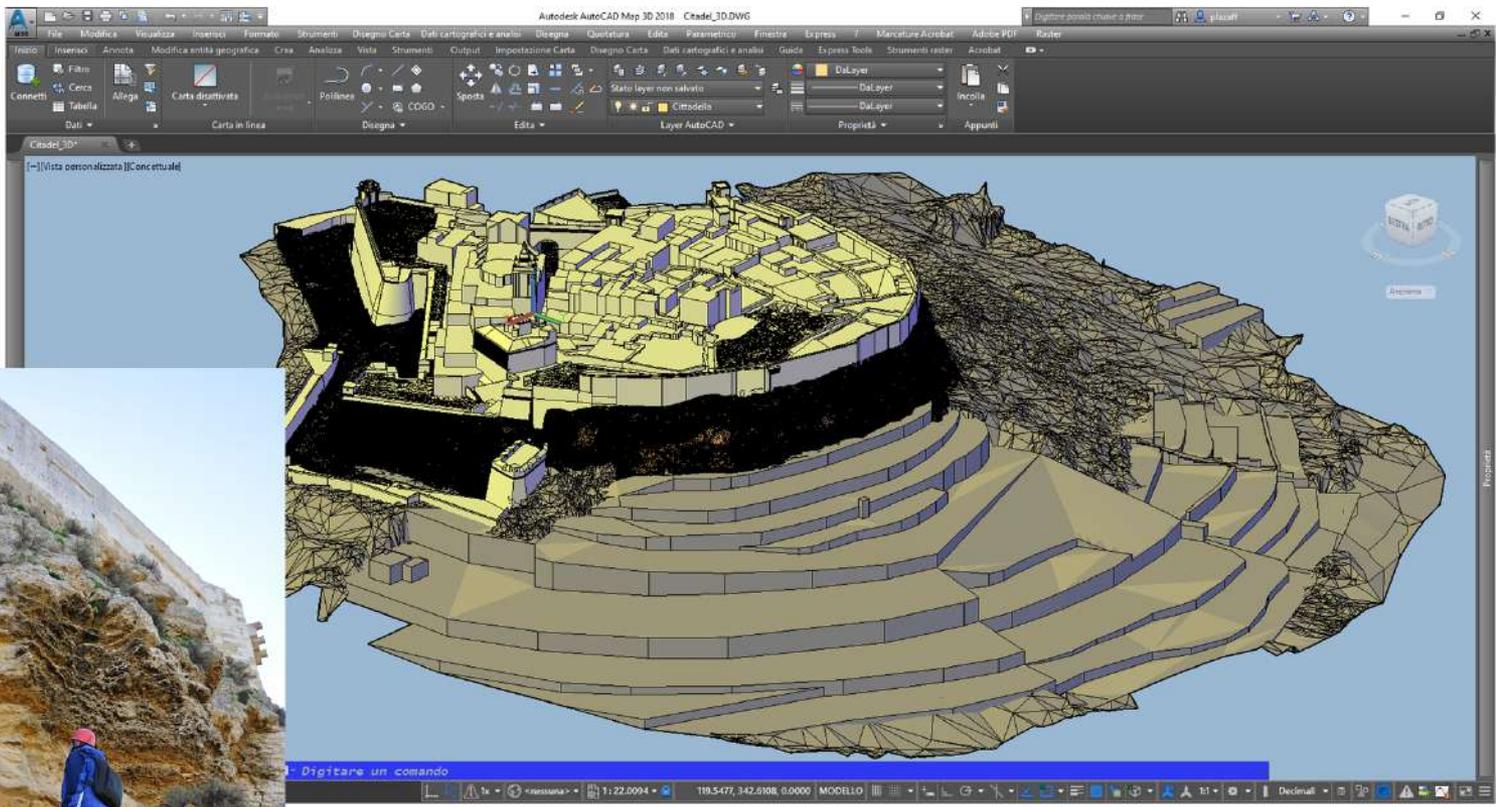
Area	Forma geomorfologica	Fenomeno geomorfologico potenziale	Pericolosità	Magnitudo	Tipologia intervento
A1	CRESTA	Crollo blocchi	Alta	Alta	Placcaggio con reti Chiodature Disgaggio Sarcitura fessure
		Ribaltamento	Alta	Alta	
		Scivolamento	Alta	Alta	
A2	DIEDRO	Crollo blocchi	Alta	Alta >> 300 kJ	Disgaggio Chiodature
		Scivolamento blocchi e cunei tetraedrici	Alta		
A3	TETTO	Crollo blocchi	Alta	Alta	Disgaggio Chiodature
A4	CENGIA	Crollo blocchi liberi	Alta	Alta	Disgaggio Chiodature Sarcitura delle fessure
		Ribaltamento blocchi	Media		
		Scivolamento blocchi e cunei tetraedrici	Media		
B	PLACCA	Scivolamento	Bassa	Alta >> 300 kJ	Disgaggio Chiodature
		Ribaltamento			
C	TALUS DI FRANA	Rotolamento di blocchi	Alta	Bassa < 300 kJ	Reti Muri-valli
		Rimbalzo di blocchi		Alta >> 300 kJ	



Ovviamente per questo tipo di lavorazioni non bisogna ...
SOFFRIRE DI VERTIGINI!!

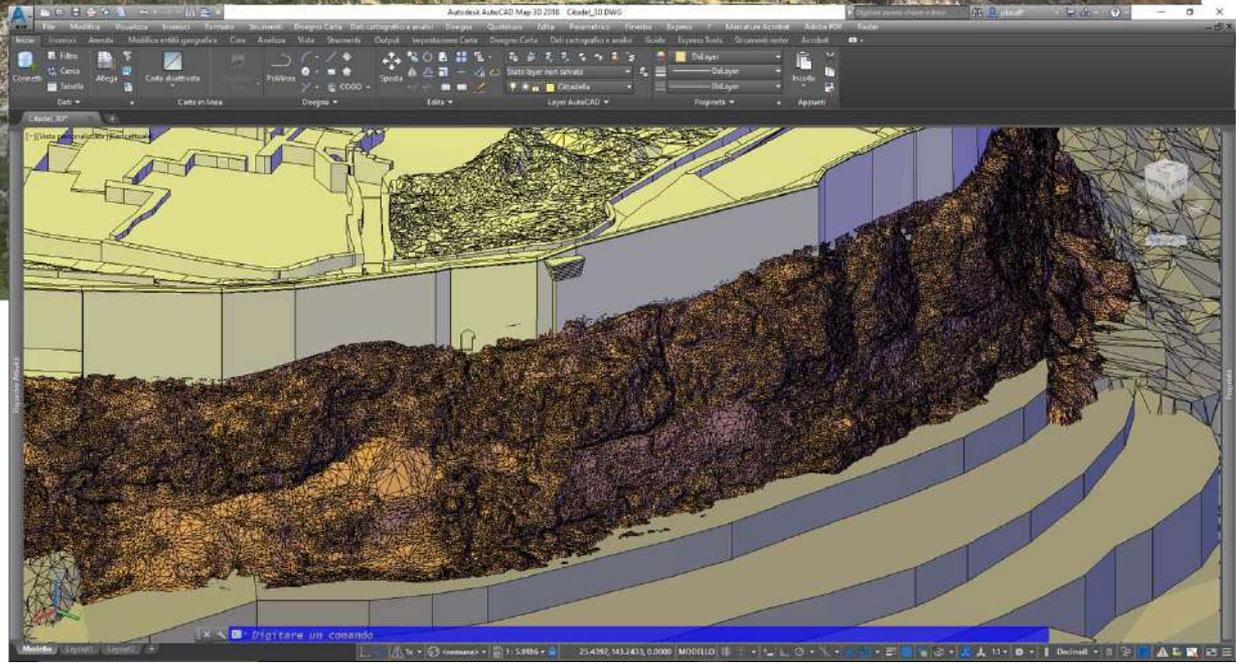
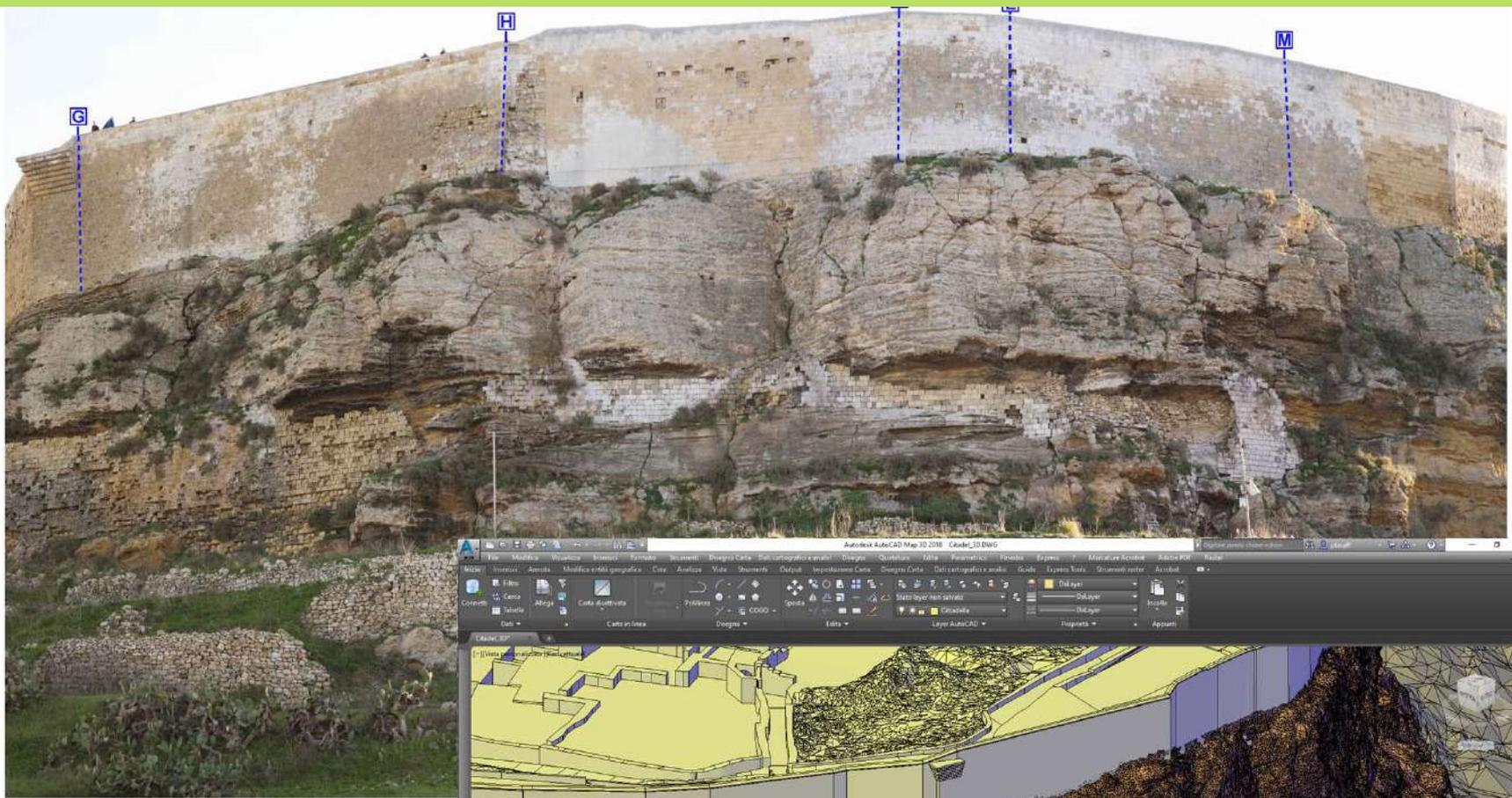


Design and build tender for the consolidation of the unstable, fragile terrain underlying the enceinte and restoration of the historic ramparts of the Citadel fortifications, Gozo, Malta (CTD04).



Rilievo laser scanner della fortificazione della CITADELLA (VICTORIA o RABAT)

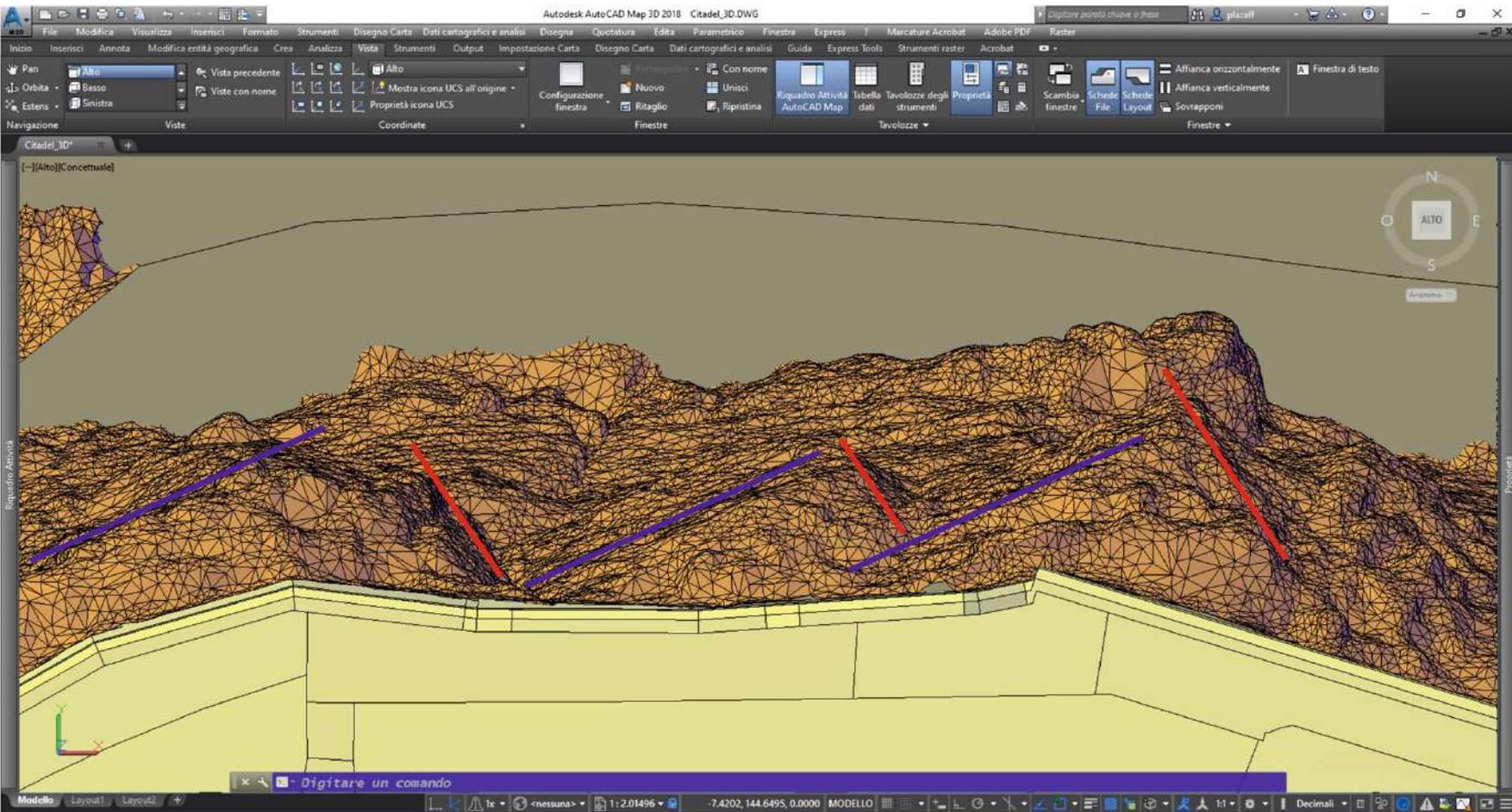
Caratterizzazione geostrutturale e geomeccanica delle rocce della Cittadella (Rabat; Gozo Malta)



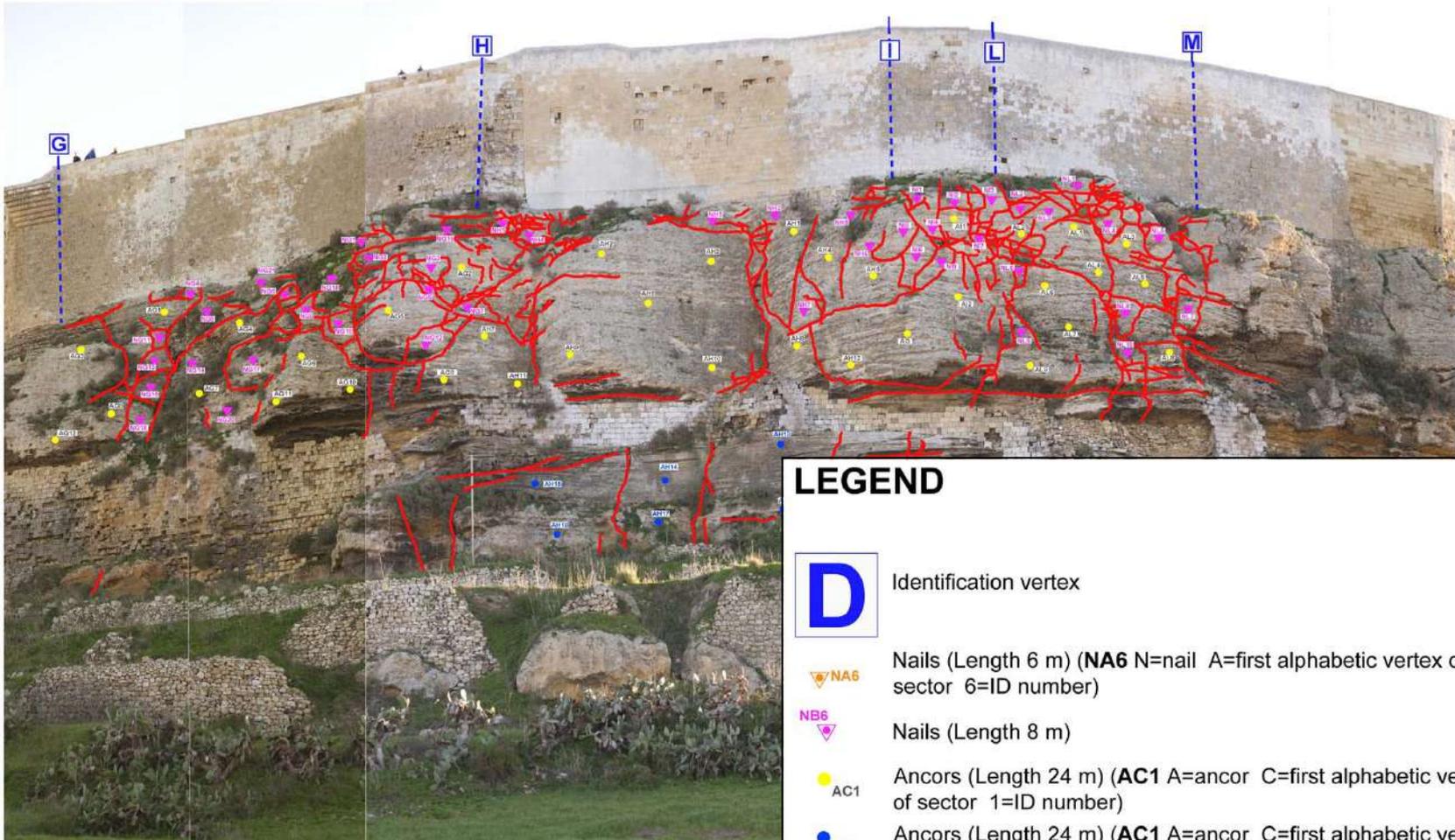
CITADEL GOZO

Caratterizzazione geostrutturale e geomeccanica delle rocce della Cittadella (Rabat; Gozo Malta)

Il modello geomeccanico della rupe in sintesi è caratterizzato da una **roccia clastica calcarea** con componente feldspatica, quarzosa, glauconitica e una matrice calcareo argillosa. Nelle zone dove prevale la componente calcarea l'ammasso è litoide e la roccia molto compatta; dove la componente silicatica è maggiore si hanno fenomeni di forte alterazione. La stratificazione è poco regolare (tendenzialmente monoclinale alla scala della struttura della Cittadella) con strati spessi da qualche a molti metri che rende l'ammasso roccioso massiccio.



Caratterizzazione geostrutturale e geomeccanica delle rocce della Cittadella (Rabat; Gozo Malta)



LEGEND



Identification vertex



Nails (Length 6 m) (**NA6** N=nail A=first alphabetic vertex of sector 6=ID number)



Nails (Length 8 m)



Ancors (Length 24 m) (**AC1** A=ancor C=first alphabetic vertex of sector 1=ID number)



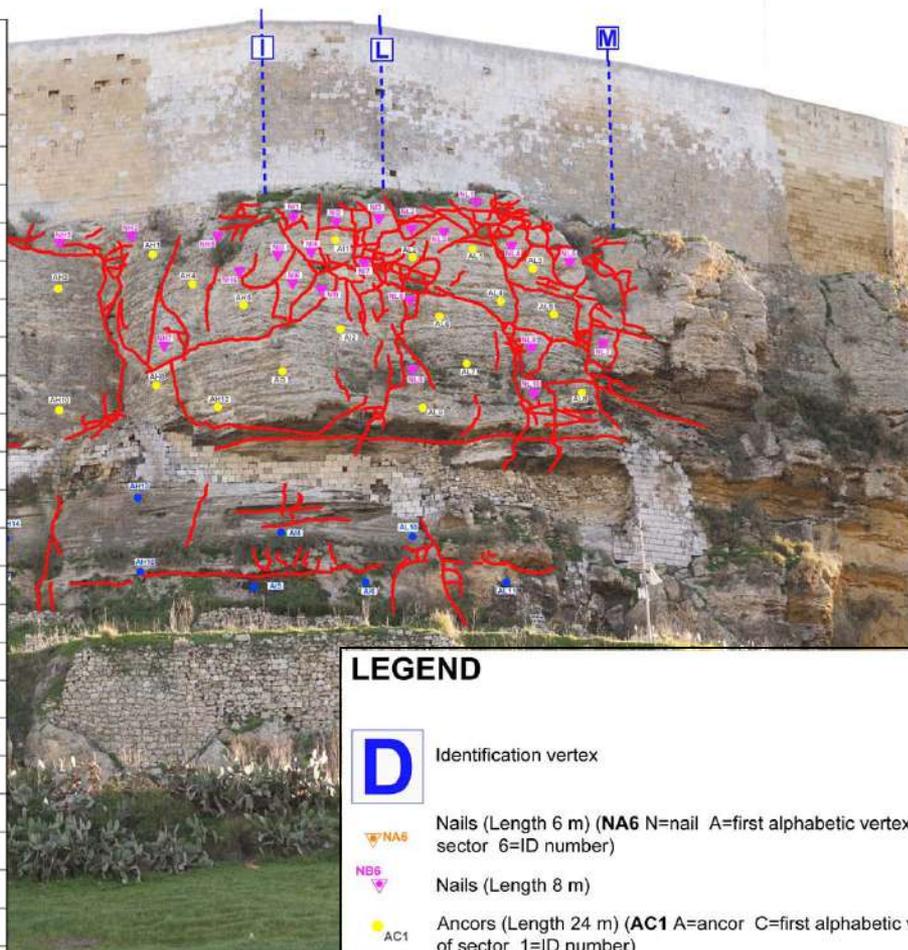
Ancors (Length 24 m) (**AC1** A=ancor C=first alphabetic vertex of sector 1=ID number)



Joint of rock

Caratterizzazione geostrutturale e geomeccanica delle rocce della Cittadella (Rabat; Gozo Malta)

ID AREA	ROCK FACE DIP	ROCK FACE SLOPE	NAIL ID	NAIL DIRECTION	NAIL TILT ANGLE	NAIL LENGHT
(-)	(°)	(°)	(-)	(°)	(°)	(m)
AB	68	65	N _A 1	248	30	6
			N _A 2	248	30	6
			N _A 3	248	30	6
			N _A 4	248	30	6
			N _A 5	248	30	6
			N _A 6	248	-10	6
			N _A 7	248	-10	6
			N _A 8	248	30	6
			N _A 9	248	30	6
BC	60	70	N _B 1	240	30	6
			N _B 2	240	30	6
			N _B 3	240	-20	6
			N _B 4	240	-20	6
			N _B 5	240	30	6
			N _B 6	240	30	6
			N _B 7	240	30	6
			N _B 8	240	30	6
			N _B 9	240	5	6
			N _B 10	240	5	6
			N _B 11	240	5	6
			N _B 12	240	5	6

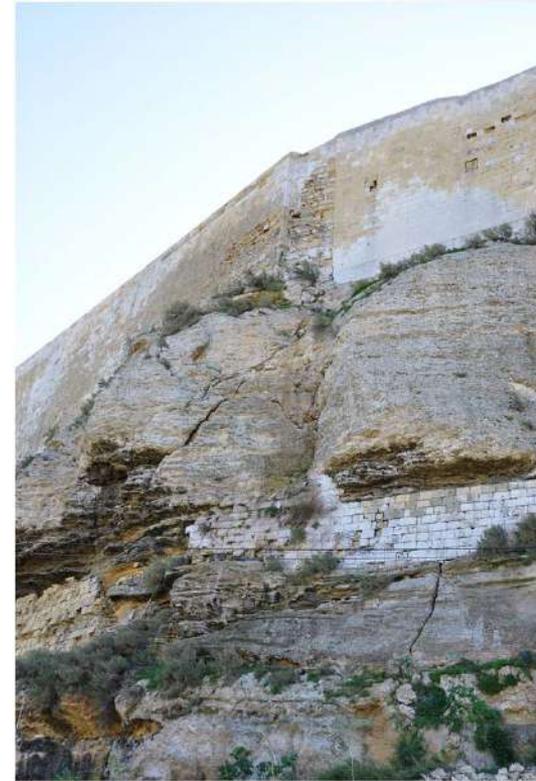
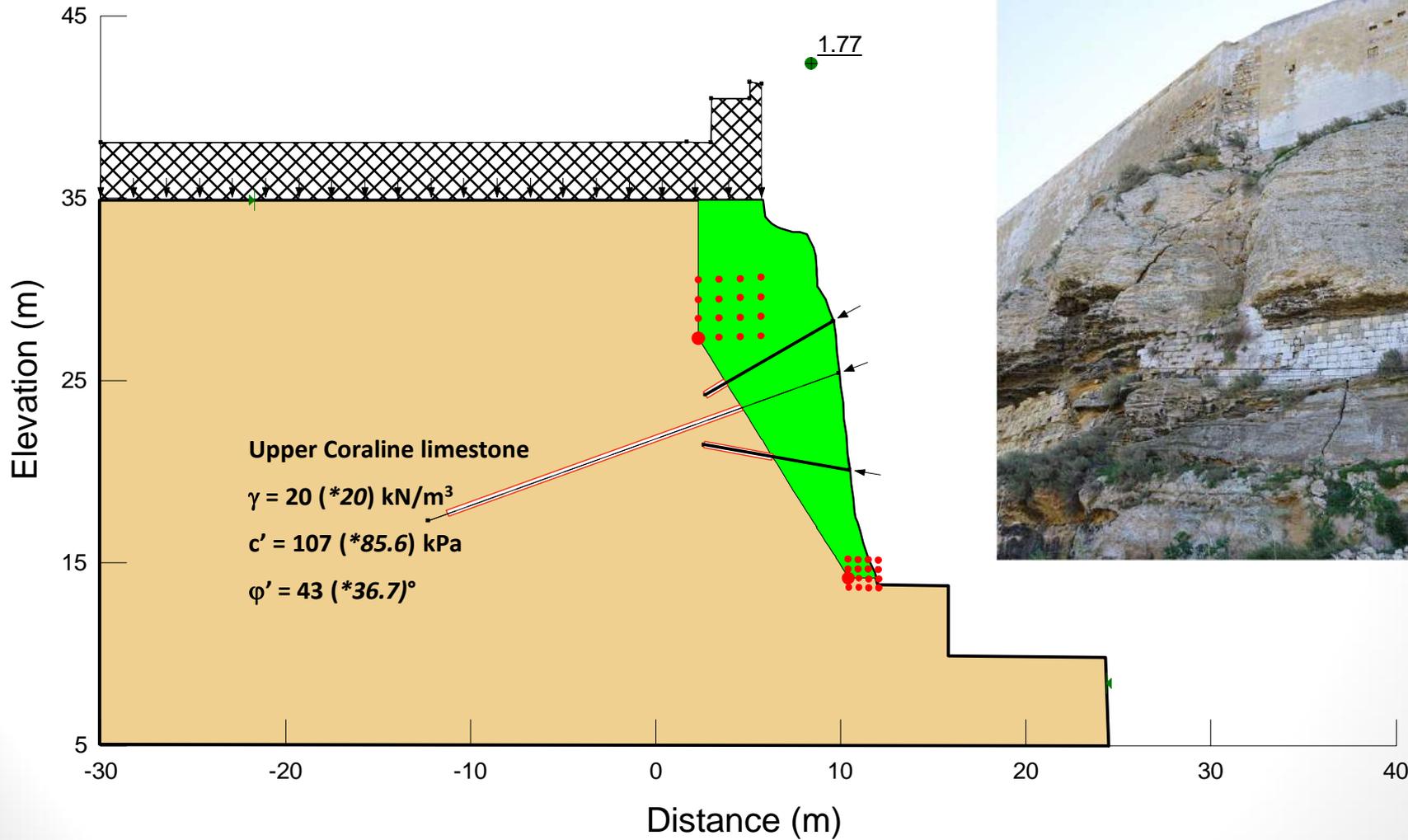


LEGEND

- D Identification vertex
- ▲ N_A6 Nails (Length 6 m) (N_A6 N=nail A=first alphabetic vertex of sector 6=ID number)
- ▼ N_B6 Nails (Length 8 m)
- AC1 Ancors (Length 24 m) (AC1 A=anchor C=first alphabetic vertex of sector 1=ID number)
- AC1 Ancors (Length 24 m) (AC1 A=anchor C=first alphabetic vertex of sector 1=ID number)
- Joint of rock

Caratterizzazione geostrutturale e geomeccanica delle rocce della Cittadella (Rabat; Gozo Malta)

SECTION 14 – AREA GH



SLU – Static condition with intervention

GRAZIE PER L'ATTENZIONE

